

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re PATENT APPLICATION of :

Seung-pil CHUNG et al. :

Serial No.: [NEW] : Attn: Applications Branch

Filed: October 13, 2000 : Attorney Docket No.: SEC.760

For: METHOD OF REMOVING OXIDE LAYER AND SEMICONDUCTOR  
MANUFACTURING APPARATUS FOR REMOVING OXIDE LAYER

**CLAIM OF PRIORITY**

Honorable Assistant Commissioner for Patents and Trademarks,  
Washington, D.C. 20231

Sir:

Applicants, in the above-identified application, hereby claim the priority date  
under the International Convention of the following Korean application:

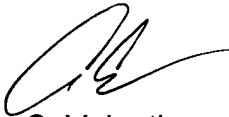
Appln. No. 1999/46365 filed October 25, 1999

as acknowledged in the Declaration of the subject application.

A certified copy of said application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

JONES VOLENTINE, LLC

  
Adam C. Volentine  
Registration No. 33,289

12200 Sunrise Valley Drive, Suite 150  
Reston, Virginia 20191  
Tel. (703) 715-0870  
Fax. (703) 715-0877

Date: October 13, 2000

#2  
Jc929 U.S. PRO  
09/689814  
10/13/00



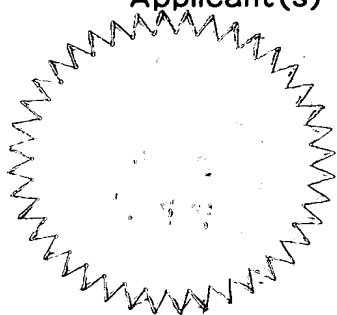
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Industrial  
Property Office.

출원번호 : 1999년 특허출원 제46365호  
Application Number

출원년월일 : 1999년 10월 25일  
Date of Application

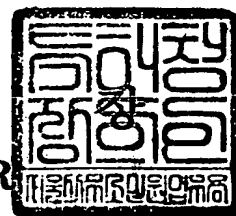
출원인 : 삼성전자 주식회사  
Applicant(s)



1999년 11월 12일

특허청

COMMISSIONER



【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0008
【제출일자】	1999.10.25
【국제특허분류】	H01L
【발명의 명칭】	산화막 제거방법 및 산화막 제거를 위한 반도체 제조 장치
【발명의 영문명칭】	Method for removing oxide layer and semiconductor manufacture apparatus for removing oxide layer
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【대리인】	
【성명】	정상빈
【대리인코드】	9-1998-000541-1
【포괄위임등록번호】	1999-009617-5
【대리인】	
【성명】	곽덕영
【대리인코드】	9-1998-000630-5
【포괄위임등록번호】	1999-009616-8
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정승필
【성명의 영문표기】	CHUNG,Seung Pil
【주민등록번호】	680601-1850510
【우편번호】	135-280
【주소】	서울특별시 강남구 대치동 은마아파트 5동 312호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	장규환
【성명의 영문표기】	CHANG,Kyu Whan

【주민등록번호】	680818-1148620
【우편번호】	445-970
【주소】	경기도 화성군 태안읍 반월리 77 낙원타운 나동 101호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이선정
【성명의 영문표기】	LEE, Sun Jung
【주민등록번호】	690222-2548221
【우편번호】	137-140
【주소】	서울특별시 서초구 우면동 6-7 202호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이근택
【성명의 영문표기】	LEE, Kun Tack
【주민등록번호】	680310-1481412
【우편번호】	442-380
【주소】	경기도 수원시 팔달구 원천동 원천주공아파트 108동 106호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박임수
【성명의 영문표기】	PARK, Im Soo
【주민등록번호】	720321-2816825
【우편번호】	121-080
【주소】	서울특별시 마포구 대흥동 13-111
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이광욱
【성명의 영문표기】	LEE, Kwang Wook
【주민등록번호】	680510-1041231
【우편번호】	431-065
【주소】	경기도 안양시 동안구 부림동 공작성일아파트 202동 406호
【국적】	KR

**【발명자】****【성명의 국문표기】**

이문희

**【성명의 영문표기】**

LEE, Moon Hee

**【주민등록번호】**

730105-2397329

**【우편번호】**

442-060

**【주소】**

경기도 수원시 팔달구 지동 109-4

**【국적】**

KR

**【심사청구】**

청구

**【취지】**

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인

이영필 (인) 대리인

정상빈 (인) 대리인

곽덕영 (인)

**【수수료】****【기본출원료】**

20 면 29,000 원

**【가산출원료】**

24 면 24,000 원

**【우선권주장료】**

0 건 0 원

**【심사청구료】**

37 항 1,293,000 원

**【합계】**

1,346,000 원

**【첨부서류】**

1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

자연 산화막 등의 산화막을 제거하는 방법 및 이에 사용되는 반도체 제조 장치에 대해 기재되어 있다. 실리콘웨이퍼를 공정 챔버의 하단부에 설치되고 상.하로 이동이 가능한 서스셉터가 상기 공정 챔버의 하단부에 위치한 상태에서 서스셉터 상에 탑재한다. 진공 챔버 내부가 진공 상태가 되도록 배기한다. 플라즈마 상태의 수소 가스와 불소를 포함하는 가스를 공정 챔버 내부로 공급하여 실리콘웨이퍼 표면의 산화막과 화학적으로 반응시킴으로써 반응층을 형성한다. 서스셉터를 진공 챔버 상단부로 이동시킨다. 진공 챔버 상단부에 설치된 히터로 서스셉터 상에 탑재된 실리콘웨이퍼를 어닐함으로써 반응층을 기화시킨다. 실리콘웨이퍼로부터 기화된 반응층을 배기시킨다. 따라서, 본 발명에 따르면, 산화막의 하부 막질을 손상시키거나 오염시키지 않으면서도 높은 식각 선택비를 갖고 산화막을 제거할 수 있다.

**【대표도】**

도 1

**【명세서】****【발명의 명칭】**

산화막 제거 방법 및 산화막 제거를 위한 반도체 제조 장치 {Method for removing oxide layer and semiconductor manufacture apparatus for removing oxide layer}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1은 본 발명의 일 실시 예에 의한 산화막 제거 방법을 실현하기 위한 반도체 제조 장치 I 을 도시한 단면도이다.

도 2는 반도체 제조 장치 I 의 진공 챔버 상단부를 도시한 평면도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시 예에 의한 산화막 제거 방법을 실현하기 위한 반도체 제조 장치 II 을 도시한 평면도이다.

도 4는 상기 도 3의 반도체 제조 장치 II 의 변형 장치를 도시한 평면도이다.

도 5는 다운-플로우 모듈의 구성을 도시하는 단면도이다.

도 6은 어닐 모듈을 도시하는 평면도이다.

도 7a 내지 도 7e는 본 발명의 일 실시 예에 의한 산화막 제거 방법을 이용하여 이중 게이트 산화막을 형성하는 방법을 공정순서별로 설명하기 위해 도시한 단면도들이다.

**【발명의 상세한 설명】****【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<8> 본 발명은 반도체 소자의 제조 방법 및 이를 위한 반도체 장치에 관한 것으로, 특히 자 연산화막 등의 산화막을 제거하는 방법 및 이에 사용되는 반도체 제조 장치에 관한 것이다.

- <9> 실리콘웨이퍼의 표면은 대기 중의 산소나 수분과 쉽게 반응하여 이산화 실리콘( $\text{SiO}_2$ )으로 변한다. 따라서, 실리콘웨이퍼의 표면에는 대기 중에서의 자연스러운 산화에 의한 이산화 실리콘막이 형성되기 쉽고, 이러한 자연 산화막은 반도체 디바이스의 특성에 악영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 예를 들면, 콘택 표면에 형성된 자연 산화막은 콘택 저항의 증가 요인으로 작용하며, 게이트 산화막 성장 전에 형성된 자연 산화막은 게이트 산화막의 특성을 저하시킨다.
- <10> 현재, 가장 광범위하게 사용되고 있는 반도체 제조 과정에서의 자연 산화막 제거 방법은 불화 수소( $\text{HF}$ ; hydrofluoric acid) 세정액을 이용한 습식 세정 방법이다. 불화 수소 세정액은 이산화 실리콘과 실리콘웨이퍼 사이에 높은 식각 선택비를 유지하며, 자연 산화막 세정 후 실리콘웨이퍼 표면을 수소로 보호막을 입힌다는 장점이 있다.
- <11> 그러나, 이러한 불화 수소 세정의 경우, 인시튜(in situ) 공정 진행이 불가능하여 세정 공정 후의 오염 관리가 곤란하며 공정에 소요되는 시간이 증가한다는 문제점이 발생하며, 세정 공정 후 웨이퍼를 건조하는 공정을 필수적으로 거쳐야 하기 때문에 건조 공정 중에 발생할 수 있는 각종 오염에 대한 제어가 불가능하다. 또한, 작고 깊은 콘택홀(small & deep contact hole)을 세정할 경우, 세정액 자체의 점도에 의해 세정액이 콘택홀로 유입되거나 콘택홀로부터 유출되는 것이 어려워 산화막의 제거가 불완전하고, 세정 진행 후 잔류물의 제거도 용이하지 않다는 문제점이 있다.
- <12> 한편, 현재 산화막 패터닝을 위한 건식 식각 공정에 있어서는, 사불화메탄( $\text{CF}_4$ ; tetra-fluoro methane)+수소( $\text{H}_2$ )나 삼불화메탄( $\text{CHF}_3$ ; tri-fluoro methane)+산소( $\text{O}_2$ ) 화학물을 사용한 반응성 이온 식각(RIE; Reactive Ion Etch)을 이용하여 산화막을 제거한다. 그러나, 이러한 건식 식각 공정의 경우, 식각 후 불소(F)가 산화막의 하부 막질로 존재하



는 실리콘웨이퍼 표면에 습식 세정 방법에서보다 더 높은 농도로 잔존하게 되어 이후 공정에 나쁜 영향을 미치게 될 뿐만 아니라, 식각 가스의 주입 에너지에 의해 실리콘웨이퍼 표면이 손상되어 실리콘웨이퍼 표면이 거칠어지거나 실리콘웨이퍼 표면 근방에 형성되어 있는 pn 정션층이 파괴될 수도 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<13> 본 발명의 목적은 산화막의 하부 막질을 손상시키거나 오염시키지 않으면서도 높은 식각 선택비를 갖고 산화막을 제거할 수 있는 산화막 제거 방법을 제공하는데 있다.

<14> 본 발명의 다른 목적은 산화막의 하부 막질을 손상시키거나 오염시키지 않으면서도 높은 식각 선택비를 갖고 산화막을 제거하는데 사용되는 반도체 제조 장치를 제공하는데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<15> 상기 목적을 달성하기 위한, 본 발명의 일 실시예에 의한 산화막 제거 방법은, 그 표면에 산화막이 형성되어 있는 실리콘웨이퍼에 플라즈마 상태의 수소 가스 및 불소를 포함하는 가스를 공급하여 상기 산화막과 공급 가스를 화학적으로 반응시키는 단계와, 어닐링을 실시하여 상기 화학적 반응에 의해 생성된 부산물을 기화시키는 단계를 구비하는 것을 특징으로 한다.

<16> 상기 화학적 반응 단계와 어닐 단계를 하나의 챔버 내에서 반복 연속적으로 진행한다. 예컨대, 화학적 반응 단계는 상기 챔버의 하단부에서 진행하고, 어닐 단계는 상기 챔버의 상단부에서 진행하거나, 상기 화학적 반응 단계와 어닐 단계를 하나의 챔버 내에 설치된 여러 개의 공정 모듈들, 즉 화학적 반응 단계는 다운플로우 모듈에서, 어닐 단계는 어닐 모듈에서 연속적으로 진행한다.

- <17>        상기 다른 목적을 달성하기 위한, 본 발명에 의한 반도체 제조 장치 I 은, 공정 챔버의 하단부에 설치되고, 상.하로 이동이 가능하며, 그 상부에 웨이퍼를 탑재하는 서스셉터와, 공정 챔버의 상단부에 설치된 히터와, 상기 히터 하부에 설치되어 사용 가스를 공정 챔버 내부로 공급하는 가스 확산기를 구비하는 것을 특징으로 한다.
- <18>        상기 서스셉터 내부에는 그 상부에 탑재된 웨이퍼의 온도를 조절하기 위한 냉각 라인이 설치되어 있으며, 상기 가스 확산기는 공정 챔버 외부에 설치된 파이프들에서 가스가 공급되는 가스 공급 라인과, 상기 가스 라인의 단부와 연결된 공정 챔버 내부 전체에 걸쳐 골고루 가스를 공급하기 위한 다공성의 판으로 구성된다. 이때, 상기 파이프들은 수소 가스와 불소를 포함하는 가스를 소정의 혼합비로 혼합한 혼합 가스나 수소 가스를 플라즈마 상태로 변형하는 마이크로웨이브 유도 장치를 구비하는 제1 파이프와, 불소를 포함하는 가스를 공급하는 제2 파이프로 구성된다. 한편, 상기 히터는 램프 또는 레이저이며, 상기 레이저는 네오디뮴(Nd)-야그(YAG) 레이저, 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 레이저 또는 엑시머 레이저다.
- <19>        상기 목적을 달성하기 위한, 반도체 제조 장치 I 을 이용한 산화막 제거 방법은, 공정 챔버의 하단부에 설치되고 상.하로 이동이 가능한 서스셉터가 상기 공정 챔버의 하단부에 위치한 상태에서 웨이퍼를 탑재하는 단계와, 플라즈마 상태의 수소 가스와 불소를 포함하는 가스를 공정 챔버 내부로 공급하여 상기 웨이퍼 표면의 산화막과 화학적으로 반응시키는 단계와, 상기 서스셉터를 공정 챔버 상단부로 이동시키는 단계와, 공정 챔버 상단부에 설치된 히터로 상기 서스셉터 상에 탑재된 웨이퍼를 어닐함으로써 산화막 제거시의 부산물을 기화시키는 단계와, 상기 웨이퍼로부터 기화된 부산물을 배기시키는 단계를 구비하는 것을 특징으로 한다.

- <20> 웨이퍼로부터 기화된 부산물을 배기시킨 후, 상기 서스셉터를 공정 챔버의 하단부로 이동시키는 단계와, 상기 웨이퍼 표면의 산화막을 제거하는 단계에서 상기 웨이퍼로부터 기화된 부산물을 배기시키는 단계를 1회 이상 반복함으로써 소정 이상 두께의 산화막을 완전히 제거한다.
- <21> 플라즈마 상태의 수소 가스와 불소를 포함하는 가스를 공정 챔버 내부로 공급하는 공정은 수소 가스와 불소를 포함하는 가스를 소정 비율로 혼합한 혼합 가스를 플라즈마 상태로 만든 후 공정 챔버 내부로 공급하거나, 수소 가스는 플라즈마 상태로 공정 챔버로 공급하고 불소를 포함하는 가스는 자연 상태로 공정 챔버로 공급하는 공정이며, 이때 사용되는 불소를 포함하는 가스는 삼불화질소( $\text{NF}_3$ ), 육불화황( $\text{SF}_6$ ) 또는 삼불화염소( $\text{ClF}_3$ ) 등과 같이 가스이며, 수소 가스에 대한 불소를 포함하는 가스의 혼합비는 0.1 ~ 100 Vol% 정도이다. 또한, 수소 가스와 불소를 포함하는 가스를 소정 비로 혼합한 혼합 가스를 질소( $\text{N}_2$ )와 아르곤( $\text{Ar}$ ) 가스를 함께 플라즈마 상태로 공급할 수도 있다.
- <22> 상기 다른 목적을 달성하기 위한, 본 발명에 의한 반도체 제조 장치 II는, 공정 챔버 하단부에 설치된 회전 플레이트와, 회전 플레이트 중앙에 설치되어 상기 회전 플레이트를 회전시키는 회전 모터와, 상기 회전 모터를 중심으로하여 그 주변의 회전 플레이트에 설치된 로딩/언로딩 및 후처리 모듈, 다운플로우 모듈 및 어닐 모듈을 구비하는 것을 특징으로 한다.
- <23> 다운플로우 모듈은, 웨이퍼를 탑재하기 위해 회전 플레이트에 설치된 서스셉터와, 상기 서스셉터를 덮는 형상으로 그 상부에 설치된 상.하 이동이 가능한 다운플로우용 챔버와, 상기 다운 플로우용 챔버 내 상단부에 설치되며 사용 가스를 서스셉터 상에 탑재된 웨이퍼로 공급하는 가스 확산기와, 상기 가스 확산기에 연결된 가스 공급 파이프와, 상기 서스셉터가 설치된 회전 플레이트에 다운플로우용 챔버를 밀착하기 위해 상기 다운 플로우용 챔버의 단부에

설치된 가이드 링으로 구성되고, 어닐 모듈은, 웨이퍼를 탑재하는 서스셉터와, 상기 서스셉터를 덮도록 그 상부에 설치된 상.하 이동이 가능한 어닐용 챔버와, 상기 어닐용 챔버 내 상단부에 설치되어 웨이퍼를 어닐하는 히터와, 상기 서스셉터가 설치된 회전 플레이트에 어닐 챔버를 밀착하기 위해 상기 어닐 챔버의 단부에 가이드 링으로 구성된다.

<24>       상기 다운플로우 모듈과 어닐 모듈이 반복적으로 하나 이상씩 설치된다.

<25>       상기 목적을 달성하기 위한, 반도체 제조 장치 II을 이용한 산화막 제거 방법은, 공정 챔버의 회전 플레이트에 설치된 로딩/ 언로딩 및 후처리 모듈의 서스셉터 상에 웨이퍼를 탑재하는 단계와, 회전 플레이트 중앙에 설치된 회전 모터를 구동하여 상기 서스셉터를 다운 플로우 모듈의 다운 플로우용 챔버 하부로 이동시키는 단계와, 상기 다운플로우용 챔버를 하부로 이동시켜 회전 플레이트와 밀착시킴으로써 상기 다운플로우 모듈 내부를 완전히 밀폐시키는 단계와, 플라즈마 상태의 수소 가스와 불소를 포함하는 가스를 다운플로우용 챔버 내부로 공급하여 웨이퍼 표면의 산화막과 화학적으로 반응시키는 단계와, 다운플로우용 챔버를 상부로 이동시켜 상기 회전 플레이트와 탈착시킨 후, 상기 서스셉터를 어닐 모듈의 어닐용 챔버 하부로 이동시키는 단계와, 상기 어닐용 챔버를 하부로 이동시켜 회전 플레이트와 밀착시킴으로써 어닐 모듈 내부를 완전히 밀폐시키는 단계와, 어닐용 챔버 내 상단부에 설치된 히터를 이용하여 상기 웨이퍼를 어닐시킴으로써 웨이퍼 표면의 산화막과 공급 가스의 화학적 반응에 의해 형성된 부산물을 기화시키는 단계와, 상기 웨이퍼로부터 기화된 부산물을 배기시키는 단계를 구비하는 것을 특징으로 한다.

<26>       서스셉터를 다운플로우 모듈의 다운플로우용 챔버 하부로 이동시키는 단계에서 웨이퍼로부터 기화된 부산물을 배기시키는 단계를 1회이상 순차적으로 반복한다.

<27>       이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예를 상세히 설명한다. 그러나,

본 발명의 실시 예들은 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래에서 상술하는 실시 예들로 인해 한정되어지는 것으로 해석되어져서는 안 된다. 본 발명의 실시 예들은 당 업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해서 제공되어지는 것이다. 따라서, 도면에서의 요소의 형상 등은 보다 명확한 설명을 강조하기 위해서 과장되어진 것이며, 도면상에서 동일한 부호로 표시된 요소는 동일한 요소를 의미한다.

<28>        산화막 제거 방법

<29>        실리콘웨이퍼 표면에 자연적으로 형성된 자연 산화막이나 임의의 산화막을 하부 막질의 손상 없이 효과적으로 제거하는 방법에 대해 설명한다. 이는, 불화 수소 세정액을 사용한 습식 세정 방법이 아닌 가스를 사용한 건식 세정 방법에 대한 것이다.

<30>        본 발명의 일 실시 예에 의한 산화막 제거 방법은 수소 플라즈마와 불소를 포함한 가스를 사용한 건식 세정 방법으로, 구체적으로, 그 표면에 산화막이 형성되어 있는 실리콘웨이퍼에 플라즈마 상태의 수소 가스와 불소를 포함하는 가스를 공급하여 상기 산화막과 공급 가스를 화학적으로 반응시키는 단계와, 어닐링을 실시하여 상기 화학적 반응에 의해 생성된 부산물, 즉 반응층을 기화시키는 단계로 진행한다. 이때, 상기 산화막은 자연 산화막일 수도 있고 임의의 산화막 패턴을 형성하기 위해 식각되어져야 하는 피식각 산화막일 수도 있다.

<31>        수소 가스는 반드시 플라즈마 상태로 공급되어야 하나, 불소를 포함하는 가스의 경우엔 자연 상태로나 플라즈마 상태로 모두 사용이 가능하다. 즉, 수소 가스와 불소를 포함하는 가스를 소정 비율로 혼합한 혼합 가스를 플라즈마 상태로 만든 후 실리콘웨이퍼로 공급하거나, 수소 가스는 플라즈마 상태로 공급하면서 불소를 포함하는 가스는 자연 상태로 실리콘웨이퍼로 공급하는 방법 모두가 가능하다. 이때, 상기 불소를 포함하는 가스는

삼불화질소( $\text{NF}_3$ ), 육불화황( $\text{SF}_6$ ) 또는 삼불화염소( $\text{ClF}_3$ ) 등과 같은 가스이다.

<32>       상기 어닐링은 램프나 레이저와 같은 히터를 사용하여 진행한다. 이때, 실리콘웨이퍼 표면상에 형성되어 있는 부산물, 즉 반응층을 기화시키는 것이 어닐링의 목적이므로 히터는 실리콘웨이퍼의 상부에 설치되는 것이 더욱 효과적이다.

<33>       실리콘웨이퍼에 플라즈마 상태의 수소 가스와 불소를 포함하는 가스(예컨대, 수소 플라즈마 가스에 대한 삼불화질소( $\text{NF}_3$ ) 가스의 혼합비를 0.1~100으로 설정)를 공급하면, 상기 공급 가스는 산화막, 즉 이산화실리콘( $\text{SiO}_2$ )과 화학적인 반응을 하게 되어 상기 공급 가스와 산화막이 만나는 곳에 공급 가스와 산화막이 결합한 형태의  $(\text{NF}_4)_2\text{SiF}_6$ 와 같은 부산물, 즉 반응층을 형성하게 된다. 이러한 반응층이 어느 정도 형성되고 나면, 상기 반응층이 화학적 반응에 대한 장벽층 역할을 하게 되어 공급 가스와 산화막 사이의 화학적 반응은 멈추게 된다. 공급 가스와 산화막 사이의 화학적 반응이 멈춘 상태에서 어닐링을 행하면 반응층은 기화되어 외부로 배출되고 상기 반응층이 존재했던 곳의 산화막은 제거된 상태가 된다.

<34>       상기 가스 공급 단계와 어닐링 단계는, 제거되어야 할 산화막이 자연 산화막일 경우에는 일반적으로 1회의 공정만으로도 그 제거가 용이하나, 제거되어야 할 산화막이 일반적인 패턴을 형성하기 위한 산화막일 경우에는 산화막의 두께에 따라 1회 이상 상기 단계들을 반복적으로 행하는 것이 필요하다. 이는, 전술한 바와 같이, 공급 가스와 산화막과의 화학적인 반응은 반응층의 생성에 의해 어느 정도에서 제한되기 때문이다. 즉, 공급 가스와 산화막의 화학적 반응이 무한대로 (공정 진행자의 의도한 바 대로) 진행할 수 있다면, 제거되어야 할 산화막의 두께가 어느 정도이던 관계없이 단 1회의 가스 공급 단계와 어닐링 단계만으로도 산화막을 제거할 수 있다. 그러나, 공급 가스와 산화막이 어느 정도 화학적으로 반응하면 이

들 사이에 반응층이 생성되어 더 이상의 화학적 반응이 진행되지 않으므로 1회의 공정만으론 원하는 두께의 산화막을 제거할 수 없게 된다. 따라서, 1회 이상 상기 단계들을 반복하여 원하는 두께만큼 산화막을 제거한다.

<35> 본 발명의 일 실시 예에서는 공급 가스와 산화막과의 화학적 반응 단계 (즉, 가스 공급 단계)와 어닐링 단계를 하나의 챔버 내에서 연속적으로 진행한다. 예컨대, 상기 화학적 반응 단계는 챔버의 하단부에서 진행하고 상기 어닐 단계는 챔버의 상단부에서 진행하거나, 상기 화학적 반응 단계와 어닐 단계를 하나의 챔버 내에 설치된 여러 개의 공정 모듈들에서 연속적으로 진행한다. 즉, 상기 화학적 반응 단계는 챔버 내의 다운플로우 모듈에서 진행하고, 상기 어닐 단계는 챔버 내의 어닐 모듈에서 진행한다.

<36> 따라서, 화학적 반응 단계와 어닐링 단계를 1회 이상 반복하여 진행할 경우, 공정 진행에 소요되는 시간을 줄일 수 있음과 동시에 각 단계별 공정을 진행하기 위해 실리콘웨이퍼를 하나의 챔버에서 다른 챔버로 이동시킬 때 발생할지도 모를 2차적인 자연 산화막의 생성과 입자(particle) 오염 등을 방지할 수 있다.

<37> 기존의 불화 수소 세정액을 사용한 습식 세정법과 본 발명의 일 실시예에 의한 건식 세정법 사이의 차이점은, 1) 반응에 사용하는 반응종의 상태가 다르다. 즉, 기존의 경우엔 불화 수소를 액체 상태로 사용하지만, 본 발명의 일 실시예의 경우엔 수소 가스 및 불소를 포함한 가스를 플라즈마 상태로 사용한다. 따라서, 가스 상태의 반응종을 사용하는 본 발명의 일 실시예의 경우, 기존의 습식 세정법에 비해 비용 절감이 가능하다. 2) 본 발명의 일 실시예의 경우 각 단계들을 하나의 챔버 내에서 연속적으로 진행하므로 공정의 집적도 높일 수 있다. 따라서, 전체 공정에 소요되는 시간을 줄일 수 있을 뿐만아니라 이동 중에 발생할 수 있는 각종의 공정 변수들의 제어가 용이하며, 설비의 크기면에도 기존의 습식 세정법에서보다 더 작

은 설비가 필요하다. 3) 작고 깊은 콘택홀에서의 산화막 제거가 기존 습식 세정법의 경우보다 본 발명의 일 실시예에서 더욱 유리하다. 즉, 기존에는 세정액의 점도에 의해 콘택홀로 세정액을 유입하거나 콘택홀로부터 세정액을 유출하는 것이 곤란하여 산화막 제거에 여러 가지 문제가 있었으나, 본 발명의 일 실시예의 경우, 플라즈마 상태의 가스를 사용하므로 이러한 문제를 해결할 수 있다. 4) 본 발명의 일 실시예의 경우, 플라즈마 상태의 가스를 사용하므로 반응 전후의 주위 환경을 제어하기가 용이하며 전후 공정에 있어서 최적의 표면 상태를 제어할 수 있다.

<38> 또한, 본 발명의 일 실시예에서 사용하는 혼합 가스는 각종의 산화막 막질에 대해 낮은 선택비를 가지므로, 예컨대 콘택홀 세정과 같은 공정을 행할 경우, 콘택홀 측벽의 프로파일을 변형시키지 않으면서도 세정 공정을 용이하게 할 수 있다.

<39> 본 발명의 일 실시예에 의하면, 전술한 바와 같은 여러 가지 장점외에도, 공급 가스의 주입 에너지로 산화막을 구성하는 입자들의 결합을 파괴하는 방법으로 산화막을 제거하던 기존의 건식 세정법과 달리, 공급 가스와 산화막의 화학적 반응을 유도한 후 이 반응에서 비롯되는 반응물을 제거하는 방법을 이용하므로 공급 가스의 에너지에 의해 산화막의 하부 막질이 손상되는 일은 발생하지 않는다.

<40> 장치 I

<41> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 산화막 제거 방법을 실현하기 위한 반도체 제조 장치 I 을 도시한 단면도로서, 상기 반도체 제조 장치 I 은 진공 분위기에서 공정을 진행할 수 있도록 구성되어 있는 진공 챔버(10)와, 반응 가스를 플라즈마 상태로 유입시킬 수 있는 플라즈마 발생 장치(44)와, 가스 확산기(50 및 52)와, 어닐 공정을 동일 챔버 내에서 연속



적으로 진행할 수 있는 히터(54)와, 실리콘웨이퍼의 위치를 진공 챔버 내에서 조절할 수 있는 서스셉터 구동부(12, 20 및 22)로 구성되어 있다. 도 1을 참조하여, 반도체 제조 장치 I 을 좀더 상세하게 설명하고자 한다.

<42> 피식각 물질로서의 산화막이 형성되어 있는 실리콘웨이퍼(14)를 그 상부에 탑재하는 서스셉터(12)는 진공 챔버(10)의 하단 중앙부에 설치되어 있고, 이 서스셉터(12)는 모터(22)의 작동에 의해 상,하 이동 샤프트(shaft)(20)를 통해 진공 챔버(10)의 하단부에서 상단부 또는 상단부에서 하단부로 이동한다 (화살표(↑) 참조). 상기 서스셉터(12) 내부에는 공정의 재현성 확보를 위해 실리콘웨이퍼의 온도를 용이하게 제어할 수 있도록 냉각수 및 가스를 공급하는 냉각 라인(16a)가 설치되어 있고, 이 냉각 라인(16a)에는 냉각수 및 가스 공급 장치(18)에서부터 냉각 가스를 공급해주는 제1 파이프(16)가 연결되어 있다. 실리콘웨이퍼(14)의 온도는 상기 서스셉터(12)의 온도에 의해 조절되는데, 서스셉터(12)의 온도는 냉각 라인(16a)를 통해 공급되는 냉각 가스의 양에 의해 조절된다.

<43> 실리콘웨이퍼 표면의 산화막과 반응하여 이를 제거하기 위한 반응 가스는 가스 확산기를 통해 진공 챔버(10) 내부로 공급되는데, 상기 가스 확산기는 진공 챔버(10) 외부에 설치된 제2 및 제3 파이프들(32 및 34)에서부터 가스를 공급받는 가스 공급 라인(50)과, 상기 가스 공급 라인(50)의 단부와 연결되며 진공 챔버(10) 내부 전체에 걸쳐 골고루 가스를 공급하기 위한 다공성의 판(52)으로 구성되어 있다. 제2 파이프(32)는 플라즈마로 여기된 상태로 가스를 공급하기 위한 것으로, 그 일단부에는 수소 가스 공급 소오스('H<sub>2</sub>'로 표시)와 불소를 포함한 가스 공급 소오스('NF<sub>3</sub>'로 표시)가 연결되어 있으며, 상기 수소 가스 공급 소오스 및 불소를 포함한 가스 공급 소오스 각각에는 스위칭 밸브(36 및 38)들과 가스량을 조절하기 위한 매스 플로우 컨트롤(MFC)(40 및 42)들이 설치되어 있다. 스위칭 밸브(36 및

38)들과 제2 파이프(32)의 타단부 사이에는 수소 가스 공급 소오스 및/또는 불소를 포함한 가스 공급 소오스에서 스위칭 밸브(36 및 38)들과 매스 플로우 콘트롤(40 및 42)들을 통과한 가스를 플라즈마 상태로 여기시키는 플라즈마 발생 장치로서의 마이크로웨이브 가이드(microwave guide)(44)가 설치되어 있다. 제3 파이프(34)는 자연 상태의 불소를 포함한 가스를 공급하기 위한 것으로, 그 일단부에는 불소를 포함한 가스 공급 소오스('NF<sub>3</sub>'로 표시)가 연결되어 있으며, 그 타단부와 상기 소오스 사이에는 스위칭 밸브(46)와 매스 플로우 콘트롤(48)이 연결되어 있다.

<44> 이때, 수소 가스 공급 소오스(H<sub>2</sub>) 및 불소를 포함하는 가스 공급 소오스(NF<sub>3</sub>)는 오직 수소 가스 또는 불소를 포함하는 가스만을 공급하는 소오스로 한정되기 보단, 공정에 따라 사용 가스의 소오스의 위치가 바뀔 수도 있으며, 필요에 따라 질소(N<sub>2</sub>) 가스 뿐만 아니라 아르곤(Ar) 가스도 공급할 수 있다.

<45> 배기구(24)는 진공 챔버(10)의 하단부에 설치되며, 진공 챔버(10)를 진공 상태로 유지하기 위해 진공 챔버(10) 내부의 가스 등의 공기를 배기하는 통로이다. 상기 배기구(24)에는 제4 파이프(26)이 연결되어 있으며, 제4 파이프(26)에는 스위칭 밸브(28)와 진공 펌프(30)가 설치되어 있다.

<46> 반응 가스 공급('다운플로우(downflow)'라고도 함) 시의 진공 챔버 내의 압력은 진공 챔버(10) 하단부에 설치된 스마트 밸브(미도시)에 의해 자동으로 조절되며, 다운플로우 진행 중의 진공 챔버 내의 압력은 반응 가스를 실리콘웨이퍼(14) 상에 용이하게 흡착시키기 위해 0.1Torr ~ 10Torr로 유지되어야 한다.

<47> 가스 공급 라인(50)과 진공 챔버(10)의 천장 사이에 실리콘웨이퍼(14)를 어닐링하기 위한 히터(54)가 설치되어 있다. 상기 히터(54)는 램프 또는 레이저로 구성되며, 상기 레이

저는 네오디뮴(Nd)-야그(YAG) 레이저, 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 레이저 또는 엑시머 레이저이다.

<48> 도 2는 반도체 제조 장치 I의 진공 챔버 상단부를 도시한 평면도로서, 도면부호 '10'은 진공 챔버를, '50'은 가스 공급 라인을, '52'는 서스셉터를, 그리고 '54'는 히터를 나타낸다. 히터(54)는 실리콘웨이퍼를 균일하게 가열하기 위해 상기 실리콘웨이퍼와 동일 형상의 원형이 반복적으로 배치된 형태로 설치된다.

<49> 장치 I을 이용한 산화막 제거 방법

<50> 진공 챔버(10)의 하단부에 설치되고 상.하로 이동이 가능한 서스셉터(12)가 상기 진공 챔버(10)의 하단부에 위치한 상태에서 상기 서스셉터(12) 상에 실리콘웨이퍼(14)를 탑재한다. 진공 챔버(10)의 내부가 진공 상태가 되도록 스위칭 밸브(28)와 진공 펌프(30)를 이용해서 배기구(24)와 제4 파이프(26)을 통해 진공 챔버(10) 내부에 존재하는 가스 등의 공기를 외부로 배출한다. 상기 서스셉터(12) 내부에 장착된 냉각 라인(16a)을 통해 냉각수 및 가스 공급 장치(18) 및 제1 파이프(16)로부터 냉각수 및 가스를 공급함으로써 서스셉터(12), 즉 실리콘웨이퍼(14)의 온도를 조정한다. 플라즈마 상태의 수소 가스와 불소를 포함하는 가스를 진공 챔버(10) 내부로 공급하여 (즉, 다운플로우(downflow) 공정)상기 실리콘웨이퍼(14) 표면의 산화막과 화학적으로 반응시킨다. 반응층(미도시)의 생성에 의해 상기 화학적 반응이 더 이상 진행되지 않을 때 상기 서스셉터(12)를 상,하 이동 샤프트(20) 및 모터(22)를 이용해 진공 챔버(10) 상단부로 이동시킨다. 진공 챔버 상단부에 설치된 히터(54)를 동작시켜 상기 서스셉터(12) 상에 탑재된 실리콘웨이퍼(14)를 어닐함으로써 산화막 제거시의 부산물, 즉 반응층을 기화시킨다. 상기 실리콘웨이퍼(14)로부터 기화된 부산물을 배기구(24)와 제4 파이프(26)를 통해 외

부로 배출시킨다. 진공 챔버(10) 상단부에 위치하고 있는 상기 서스셉터(12)를 상,하 이동 샤프트(20) 및 모터(22)를 이용해 진공 챔버(10)의 하단부로 이동시킨다.

<51> 상술한 공정은 상기 실리콘웨이퍼 표면의 산화막이 완전히 제거될 때까지 1회 이상 반복적으로 행한다. 반복 공정의 필요성에 대해서는 전술한 바 있다.

<52> 상기 플라즈마 상태의 수소 가스와 불소를 포함하는 가스를 진공 챔버(10) 내부로 공급하는 공정은 수소 가스와 불소를 포함하는 가스를 소정 비율로 혼합한 혼합 가스를 플라즈마 상태로 만든 후 진공 챔버(10) 내부로 공급하거나, 수소 가스는 플라즈마 상태로 진공 챔버(10)로 공급하고 불소를 포함하는 가스는 자연 상태로 진공 챔버(10)로 공급하는 공정이다.

<53> 전자의 경우는, 불소를 포함한 가스 공급 소오스( $\text{NF}_3$ ) 및 수소 가스 공급 소오스( $\text{H}_2$ )로부터 공급된 불소를 포함한 가스 및 수소 가스를 매스 플로우 컨트롤들(40 및 42)을 통과시키면서 그 혼합 양을 조절한 후, 스위칭 밸브들(36 및 38)을 통해 제2 파이프(32)로 공급한다. 제2 파이프(32)로 공급된 혼합 가스, 즉 반응 가스는 마이크로웨이브 가이드(44)를 통과하면서 플라즈마 상태로 여기되고, 상기 제2 파이프(32)와 연결된 가스 공급 라인(50)으로 공급된 후, 다공성의 판(52)를 통과해 진공 챔버(10) 내부 전체에 걸쳐 균일하게 공급된다. 이때, 산화막 제거의 효과를 높이기 위해, 필요에 따라, 아르곤( $\text{Ar}$ ) 가스와 질소( $\text{N}_2$ ) 가스도 함께 플라즈마 상태로 공급할 수도 있다.

<54> 한편, 후자의 경우, 수소 가스 공급 소오스( $\text{H}_2$ )로부터 공급된 수소 가스를

매스 플로우 콘트롤(42)을 통과시키면서 양을 조절한 후 스위칭 밸브(38)을 통해 제2 파이프(32)로 공급하여 마이크로웨이브 가이드(44)를 통과시키면서 플라즈마 상태로 여기시켜서 진공 챔버(10) 내로 공급하고, 제3 파이프(34)와 연결된 불소를 포함한 가스 공급 소오스( $\text{NF}_3$ )로부터 공급된 불소를 포함한 가스를 매스 플로우 콘트롤(48)을 통과시키면서 양을 조절한 후 스위칭 밸브(46)을 통해 제3 파이프(34)로 공급하여 자연 상태 그대로 진공 챔버(10) 내로 공급한다. 이때, 전자의 경우와 같이, 산화막 제거의 효과를 높이기 위해, 필요에 따라, 아르곤( $\text{Ar}$ ) 가스와 질소( $\text{N}_2$ ) 가스도 함께 플라즈마 상태로 공급할 수도 있다.

<55>        상기 불소를 포함하는 가스는 삼불화질소( $\text{NF}_3$ ), 육불화황( $\text{SF}_6$ ) 또는 삼불화염소( $\text{ClF}_3$ ) 등이며, 수소 가스에 대한 불소를 포함하는 가스(예컨대,  $\text{NF}_3$ )의 혼합비는 0.1 ~ 100 정도인 것이 가장 효과적이다.

<56>        장치 I 을 이용한 산화막 제거 방법은, 플라즈마를 이용한 건식 세정법에 의한 실리콘 웨이퍼의 손상을 최소화하기 위해 진공 챔버(10) 내 최하단 위치에서 다운플로우 공정(즉, 반응 가스 공급 공정)을 진행하고, 이후 용이한 어닐 진행을 위해 실리콘웨이퍼(14)를 진공 챔버(10) 최상단부로 이동시킨 후 진공 챔버(10) 상부에 설치된 IR 램프 또는 레이저에 의해서 어닐 공정을 진행함으로써 동일 챔버 내에서 다운플로우 공정과 어닐 공정을 연속적으로 진행할 수 있다. 또한, 서스셉터(12) 내에는 공정의 재현성을 높이기 위해 실리콘웨이퍼(14)의 온도를 용이하게 제어할 수 있도록 냉각 라인(16a)이 설치되어 있으며, 이러한 냉각 라인(16a) 및 이와 관련한 제반의 장치(제1 파이프(16), 냉각 가스 공급 장치(18) 및 온도 조절기(미도시) 등)에 의해 실리콘웨이퍼(14)의 온도를 균일하게 조절할 수 있도록 하였다. 또한, 다운플로우 공정 시 진공 챔버(10) 내의 압력은 스마트 밸브(미도시)에 의해 자동으로 조절되도록 되어 있으며, 다운플로우 진행 중 진공 챔버(10)의 내부는 상기 스마트 밸브에

의해 0.1Torr - 10Torr로 유지된다.

<57> 본 발명의 자연 산화막 제거 기구(mechanism)는, 먼저 삼불화질소(NF<sub>3</sub>) 가스 및 수소 플라즈마로부터 활성화된 각종의 래디컬(radical)들이 실리콘웨이퍼 표면의 산화막과 반응하여 실리콘웨이퍼 표면에 기화 및 제거가 용이한 반응층을 형성하고, 이후 어닐 공정으로 실리콘웨이퍼 표면에 형성되어 있는 반응층 내의 N-H 및 Si-F 계열의 물질을 기화시켜 제거한다. 반응이 진행된 후 실리콘웨이퍼의 표면은 자연 산화막 (또는 산화막)이 모두 제거되고 수소로 피복된 상태가 된다.

<58> 장치 II

<59> 도 3은 본 발명의 일 실시예에 의한 산화막 제거 방법을 실현하기 위한 반도체 제조 장치 II을 도시한 평면도로서, 도면부호 '60'은 진공 챔버를, '62'는 회전 모터를, '64'는 로딩/언로딩 및 후처리 모듈을, '66'은 다운플로우 모듈을, 그리고 '68'은 어닐 모듈을 나타낸다. 도 4는 상기 도 3의 반도체 제조 장치 II의 변형 장치를 도시한 평면도로서, 다운플로우 모듈과 어닐 모듈이 반복적으로 설치되어 있다. 도 4에 있어서, 도면부호 '70'은 진공 챔버를, '72'는 회전 모터를, '74'는 로딩/언로딩 및 후처리 모듈을, '76'은 제1 다운플로우 모듈을, '78'은 제1 어닐 모듈을, '80'은 제2 다운플로우 모듈을, 그리고 '82'는 제2 어닐 모듈을 나타낸다.

<60> 진공 챔버(60) 하단부에는 회전 플레이트(진공 챔버(60) 내부의 전 공간)가 설치되어 있고, 이 회전 플레이트 중앙에는 상기 회전 플레이트를 회전시키기 위한 회전 모터(62)가 설치되어 있다. 로딩/언로딩 및 후처리 모듈(64), 다운플로우 모듈(66) 및 어닐 모듈(68)은 상기 회전 모터(62)를 중심으로 하여 그 주변의 회전 플레이트에 설치되어 있다.

<61> 진공 챔버(60)에는 진공 분위기에서 공정 진행이 가능하도록 진공 시스템(미도시)이

설치되어 있으며, 진공 챔버(60) 내에서 실리콘웨이퍼의 위치를 용이하게 변경하기 위해 회전 플레이트를 설치한다. 즉, 회전 플레이트의 이동에 의해 하나의 모듈에서 다른 모듈로 실리콘웨이퍼의 위치를 변경할 수 있으므로 동일 챔버 내에서 연속적으로 다운플로우 공정 및 어닐 공정을 진행할 수 있으며, 또한 연속적으로 다운플로우 공정과 어닐 공정을 수회 반복적으로 진행하는 것이 가능하다.

<62> 도 5는 다운플로우 모듈의 구성을 도시하는 단면도이고, 도 6은 어닐 모듈을 도시하는 평면도로서, 도 5 및 도 6을 참조하여 다운플로우 모듈 및 어닐 모듈의 구성을 설명한다.

<63> 다운플로우 모듈(66)은 실리콘웨이퍼(92)를 탑재하기 위해 회전 플레이트에 설치된 서스셉터(90)(도 3에 있어서는 다운플로우 모듈(66) 전체 영역)와, 상기 서스셉터(90)를 덮는 형상으로 그 상부에 설치된 상.하 이동이 가능한 다운플로우용 챔버(94)와, 상기 다운플로우용 챔버(94) 내 상단부에 설치되며 사용 가스를 서스셉터 상에 탑재된 웨이퍼로 공급하는 가스 확산기(100 및 102)와, 상기 가스 확산기에 연결된 가스 공급 파이프(98)로 구성되어 있다. 상기 서스셉터(90)가 설치된 회전 플레이트에 다운플로우용 챔버(94)를 밀착하기 위해 상기 다운플로우용 챔버(94)의 단부에 가이드 링(96)이 설치되어 있다.

<64> 가스 확산기는 가스 공급 파이프(98)로부터 가스를 공급받는 가스 공급 라인(100)과 실리콘웨이퍼(92) 전체에 걸쳐 골고루 반응 가스를 공급하기 위해 상기 가스 공급 라인(100)의 단부에 설치된 다공성의 판(102)으로 구성되어 있다.

<65> 상기 가스 공급 파이프(98)의 일단에는 반응 가스 공급 소오스( $N_2$ ,  $H_2$ ,  $NF_3$ 로 표시)가 설치되어 있다. 상기 반응 가스 공급 소오스로부터 공급된 반응 가스는 상기 파이프(98)에 설치되어 있는 매스 플로우 콘트롤(104)을 거치면서 반응 가스의 혼합 양이 조절되고, 스위칭 밸브(106)를 통과한다. 스위칭 밸브(106)과 파이프의 타단 사이에는 마이크로웨이브

가이드(108)가 설치되어 있어 파이프(98)를 통과하는 반응가스를 플라즈마 상태로 여기시킨다.

<66> 어닐 모듈(68)은 실리콘웨이퍼(116)를 탑재하는 서스셉터(110) (도 6에 있어서 진공 챔버(112) 내부 전체 영역, 즉 도 3에 있어서 어닐 모듈(68) 전체 영역)와, 상기 서스셉터(110)를 덮도록 그 상부에 설치된 상.하 이동이 가능한 어닐용 챔버(미도시) (도 5의 다운플로우용 챔버(94) 참조)와, 상기 어닐용 챔버 내 상단부에 설치되어 실리콘웨이퍼를 어닐하는 히터(114)로 구성되어 있다. 또한, 상기 서스셉터가 설치된 회전 플레이트에 어닐용 챔버를 밀착하기 위해 상기 어닐용 챔버의 단부에 가이드 링(미도시) (도 5의 가이드 링(96) 참조)이 설치되어 있다.

<67> 상기 히터(114)는 실리콘웨이퍼(116)를 균일하게 가열하기 위해 상기 실리콘웨이퍼(116)와 동일 형상의 원형이 반복적으로 배치된 형태로 설치된다.

<68> 도 3은 다운플로우 모듈과 어닐 모듈이 각 하나씩 설치된 장치를 도시하며, 도 4는 각 모듈이 각각 2개씩 반복적으로 설치된 장치를 도시한다.

<69> 플라즈마 상태의 산소 가스와 불소를 포함한 가스를 혼합한 가스를 사용하여 산화막을 제거하는 방법에 의하면, 다운플로우 공정 중에 실리콘웨이퍼 표면에 상기 혼합 가스와 산화막의 화학적 결합에 의해  $(\text{NF}_4)_2\text{SiF}_6$  형태의 반응층이 형성되고, 이는 후속으로 진행되는 어닐 공정에 의해 제거된다. 이때, 상기 반응층은 어닐 공정 이전에는 표면 반응을 억제하는 장벽층으로 작용하기 때문에 산화막을 일정량 이상으로 식각하는 것을 불가능하게 하는 문제점이 있다. 따라서, 일정량 이상의 산화막을 식각하기 위해서는 1회 이상의 공정을 진행해야만 한다. 도 1 및 도 2의 장치 I의 경우, 진공 챔버 하단부에서 다운플로우 공정을 진행한 후 진공 챔버 상단부로 서스셉터를 이동시켜 어닐 공정을 진행하는데, 이 경우, 진공 챔버 내



의 온도가 불안정하게 되거나, 매 공정 시 실리콘웨이퍼의 온도를 동일하게 조절하는 것이 어렵거나, 진공 챔버 내 파티클 관리 문제 등의 문제가 발생할 수 있다.

<70>        장치 II는 이러한 문제를 해결하기 위한 것으로, 다운플로우 공정과 어닐 공정을 서로 다른 모듈에서 진행함으로써 하나의 공정에 의해 다른 공정이 영향받는 것을 최소화하기 위해 하나의 진공 챔버 내에 다운플로우 모듈과 어닐 모듈을 별도로 설치한다.

<71>        장치 II에 의하면, 다운플로우 공정과 어닐 공정을 동일 챔버 내에서 연속 반복적으로 진행할 수 있으므로 산화막 식각량을 임의대로 증가시킴과 동시에 그 처리량(throughput)을 향상시킬 수 있고, 다운플로우 공정과 어닐 공정을 분리하여 진행할 수 있으므로 공정 재현성 및 안정성을 향상시킬 수 있다.

<72>        장치 II를 이용한 산화막 제거 방법

<73>        도 3, 도 5 및 도 6을 참조하여, 장치 II를 이용한 산화막 제거 방법을 상세하게 설명한다.

<74>        진공 챔버(60)의 회전 플레이트에 설치된 로딩/ 언로딩 및 후처리 모듈(64)의 서스셉터(90) 상에 실리콘웨이퍼(92)를 탑재한다. 회전 플레이트 중앙에 설치된 회전 모터(62)를 구동하여 상기 서스셉터(90)를 다운플로우 모듈(66)의 다운플로우용 챔버(94) 하부로 이동시킨다. 상기 다운플로우용 챔버(94)를 하부로 이동시킨 후 가이드 링(96)을 이용하여 회전 플레이트와 밀착시킴으로써 상기 다운플로우 모듈(66) 내부를 완전히 밀폐시킨다. 플라즈마 상태의 수소 가스와 불소를 포함하는 가스를 다운플로우용 챔버(94) 내부로 공급하여 실리콘웨이퍼(92) 표면의 산화막(미도시)과 화학적으로 반응시켜 반응층을 형성한다. 다운플로우용 챔버(94)를 상부로 이동시켜 상기 회전 플레이트와 탈착시킨 후, 회전 모터(62)를

이용하여 상기 서스셉터(90)를 어닐 모듈(68)의 어닐용 챔버 하부로 이동시킨다. 상기 어닐용 챔버를 하부로 이동시킨 후 가이드 링을 이용하여 회전 플레이트와 밀착시킴으로써 어닐 모듈 내부를 완전히 밀폐시킨다. 어닐용 챔버 내 상단부에 설치된 히터(114)를 이용하여 상기 실리콘웨이퍼를 어닐시킴으로써 실리콘웨이퍼 표면에 형성되어 있는 상기 반응층을 기화시킨다. 상기 실리콘웨이퍼로부터 기화된 반응층, 즉 부산물을 배기시킨다. 어닐용 챔버를 상부로 이동시켜 상기 회전 플레이트와 탈착시킨 후, 상기 서스셉터를 로딩/ 언로딩 및 후처리 모듈(64)의 로딩/ 언로딩 및 후처리용 챔버(미도시) 하부로 이동시킨다. 상기 로딩/ 언로딩 및 후처리용 챔버를 하부로 이동시킨 후 가이드 링을 이용하여 회전 플레이트와 밀착시킴으로써 상기 로딩/ 언로딩 및 후처리용 모듈 내부를 완전히 밀폐시킨다. 상기 실리콘웨이퍼의 표면을 처리하는 것이 필요한 경우 수소 가스로 후처리함으로써 그 표면에 수소 보호막을 형성한다. 실리콘웨이퍼를 언로딩한다.

<75> 서스셉터를 다운플로우 모듈의 다운플로우용 챔버(94) 하부로 이동시키는 단계에서 실리콘웨이퍼로부터 기화된 반응층을 배기시키는 단계를 1회 이상 순차적으로 반복함으로써 원하는 량 만큼 산화막을 식각할 수 있다.

<76> 이때, 반응에 사용되는 상기 불소를 포함하는 가스는 삼불화질소( $\text{NF}_3$ ), 육불화황( $\text{SF}_6$ ) 또는 삼불화염소( $\text{ClF}_3$ ) 등이며, 수소 가스에 대한 불소를 포함하는 가스의 혼합비는 0.1 ~ 100 정도이다. 또한, 히터(114)는 램프 또는 레이저이다.

<77> 본 발명의 일 실시예에 의한 산화막 제거 방법을 이용한 이중 (또는 삼중)게이트 산화막 형성 방법

<78> 반도체 소자의 고집적화 고기능화와 함께 메모리 소자와 로직 소자를 합병(merge)시

킨 새로운 원-칩 소자(one-chip device)에 대한 요구가 날로 증가하고 있다. 이러한 합병된 디램과 로직 소자는 그 구조의 복잡함으로 인해 소자 제조에 있어서 공정 진행상 많은 어려움이 있다. 특히, 게이트 산화막의 경우, 로직 소자에 있어서는 소자의 속도를 향상시키기 위해 충분히 얇은 두께가 요구되나, 디램 소자에 있어서는 얇은 게이트 산화막을 적용할 경우 게이트 산화막이 파괴될 염려가 있으므로 두껍게 형성하여야 한다.

<79> 이러한 이유로 디램 소자와 로직 소자를 하나의 칩에 합병시킨 소자를 제조하는데 있어서는 이중 (또는 삼중) 게이트 산화막 형성 방법을 적용한다.

<80> 기존의 이중 게이트 산화막 형성 방법에 의하면, 제1 게이트 산화막을 패터닝할 때 일반적인 건식 식각을 이용하므로 제1 게이트 산화막 하부 막질이 손상되어 제2 게이트 산화막의 막질을 저하시키는 등의 문제를 일으킨다.

<81> 도 7a 내지 도 7e는 본 발명의 일 실시예에 의한 산화막 제거 방법을 이용하여 이중 게이트 산화막을 형성하는 방법을 공정순서별로 설명하기 위해 도시한 단면도들이다.

<82> 실리콘웨이퍼(120) 상에 제1 게이트 산화막(122)을 형성한 후 (도 7a), 그 상부에, 예컨대 포토레지스트로 된 식각 방지 패턴(124)을 형성한다. 이후, 본 발명의 일 실시예에 의한 산화막 제거 방법을 적용하여 상기 식각 방지 패턴(124)을 통해 노출되어 있는 제1 게이트 산화막(122)을 제거함으로써 제1 게이트 산화막 패턴(122a)을 형성한다. 즉, 상기 식각 방지 패턴(124)을 통해 노출되어 있는 제1 게이트 산화막을 플라즈마 상태의 수소 가스 및 불소를 포함하는 가스와 화학적으로 반응시킨 후, 어닐링을 실시하여 상기 화학적 반응에 의해 생성된 부산물을 기화시키는 공정을 상기 제1 게이트 산화막이 완전히 식각될 때 까지 반복하여 진행한다 (도 7b).

- <83> 계속해서, 상기 식각 방지 패턴을 제거하고, 실리콘웨이퍼 표면을 잔존하고 있을지도 모를 유기물 입자를 제거할 수 있는 화학물, 예컨대 SC1 용액등으로 처리한다. 이후, 식각 방지 패턴을 제거하는 단계와 화학물로 실리콘웨이퍼를 처리하는 단계 (도 7c)에서 발생하는 자연산화막(126)을 플라즈마 상태의 수소 가스 및 불소를 포함하는 가스와 화학적으로 반응시킨 후 어닐링을 실시하여 상기 화학적 반응에 의해 생성된 부산물을 기화시킴으로써 제거한다 (도 7d). 이어서, 결과물 기판 전면에서 제2 게이트 산화막을 형성한다 (도 7e).
- <84> 이하, 장치 I 을 이용하여 이중 게이트 산화막을 형성하는 방법을 설명한다.
- <85> 실리콘웨이퍼 상에 제1 게이트 산화막을 형성한 후, 그 상부에 식각 방지 패턴을 형성한다. 진공 챔버의 하단부에 설치되고 상.하로 이동이 가능한 서스셉터가 상기 진공 챔버의 하단부에 위치한 상태에서 상기 서스셉터 상에 실리콘웨이퍼를 탑재한다. 이어서, 플라즈마 상태의 수소 가스와 불소를 포함하는 가스를 공정 챔버 내부로 공급하여 상기 산화막과 화학적으로 반응시킨 후, 상기 서스셉터를 공정 챔버 상단부로 이동시켜 공정 챔버 상단부에 설치된 히터로 상기 서스셉터 상에 탑재된 실리콘웨이퍼를 어닐함으로써 반응 가스와 산화막의 화학 반응시 생성되는 부산물을 기화시키는 공정을 식각 방지 패턴을 통해 노출된 상기 제1 게이트 산화막이 완전히 식각될 때 까지 반복하여 진행한다.
- <86> 계속해서, 상기 식각 방지 패턴을 제거한 후, 웨이퍼 표면을 화학물로 처리하여 잔존하고 있을지도 모를 유기물 입자를 제거한다.
- <87> 이후, 제1 게이트 산화막을 제거하는 상기 공정을 진행함으로써 식각 방지 패턴 제거 단계 및 화학물 처리단계에서 발생하는 자연 산화막을 제거하고, 제2 게이트 산화막을 형성한다.

<88>       장치 II를 이용하여 이중 게이트 산화막을 형성하는 방법은, 장치 I을 이용하여 이중 게이트 산화막을 형성하는 상술한 방법과 장치 II를 이용한 산화막 제거 방법을 참고로하여 진행할 수 있음은 물론이다.

<89>       한편, 명세서 전반에 걸쳐, 산화막이 형성된 기판을 실리콘웨이퍼로 표현하고 있으나, 이는 반도체 웨이퍼를 대표하여 표시한 것으로, 본 발명의 기술적 사상이 실리콘웨이퍼에만 한정됨을 의미하는 것은 아니다.

**【발명의 효과】**

<90>       본 발명에 의한 산화막 제거 방법 및 산화막 제거를 위한 반도체 제조 장치에 의하면, 산화막의 하부 막질을 손상시키거나 오염시키지 않으면서도 높은 식각 선택비를 갖고 산화막을 제거할 수 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

그 표면에 산화막이 형성되어 있는 실리콘웨이퍼에 플라즈마 상태의 수소 가스 및 불소를 포함하는 가스를 공급하여 상기 산화막과 공급 가스를 화학적으로 반응시키는 단계; 및 어닐링을 실시하여 상기 화학적 반응에 의해 생성된 부산물을 기화시키는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 산화막 제거 방법.

**【청구항 2】**

제1항에 있어서,  
상기 화학적 반응 단계와 어닐 단계를 반복하여 진행하는 것을 특징으로 하는 산화막 제거 방법.

**【청구항 3】**

제1항에 있어서,  
상기 화학적 반응 단계와 어닐 단계를 하나의 챔버 내에서 연속적으로 진행하는 것을 특징으로 하는 산화막 제거 방법.

**【청구항 4】**

제3항에 있어서,  
화학적 반응 단계는 상기 챔버의 하단부에서 진행하고, 어닐 단계는 상기 챔버의 상단부에서 진행하는 것을 특징으로 하는 산화막 제거 방법.

**【청구항 5】**

제1항에 있어서,

상기 화학적 반응 단계와 어닐 단계를 하나의 챔버 내에 설치된 여러 개의 공정 모듈들에서 연속적으로 진행하는 것을 특징으로 하는 산화막 제거 방법.

【청구항 6】

제5항에 있어서,

화학적 반응 단계는 다운플로우 모듈에서 진행하고, 어닐 단계는 어닐 모듈에서 진행하는 것을 특징으로 하는 산화막 제거 방법.

【청구항 7】

공정 챔버의 하단부에 설치되고, 상.하로 이동이 가능하며, 그 상부에 웨이퍼를 탑재하는 서스셉터;

공정 챔버의 상단부에 설치된 히터; 및

상기 히터 하부에 설치되어 사용 가스를 공정 챔버 내부로 공급하는 가스 확산기를 구비하는 것을 특징으로 하는 산화막 제거를 위한 반도체 제조 장치.

【청구항 8】

제7항에 있어서,

상기 서스셉터 내부에는 그 상부에 탑재된 웨이퍼의 온도를 조절하기 위한 냉각 라인이 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 산화막 제거를 위한 반도체 제조 장치.

【청구항 9】

제7항에 있어서,

상기 가스 확산기는 공정 챔버 외부에 설치된 파이프들에서 가스가 공급되는 가스 공급 라인과, 상기 가스 라인의 단부와 연결된 공정 챔버 내부 전체에 걸쳐 골고루 가스를 공급

하기 위한 다공성의 판으로 구성된 것을 특징으로 하는 산화막 제거를 위한 반도체 제조 장치.

**【청구항 10】**

제9항에 있어서,

상기 파이프들은 수소 가스와 불소를 포함하는 가스를 소정의 혼합비로 혼합한 혼합 가스나 수소 가스를 플라즈마 상태로 변형하는 마이크로 웨이브 유도 장치를 구비하는 제1 파이프와, 불소를 포함하는 가스를 공급하는 제2 파이프로 구성된 것을 특징으로 하는 산화막 제거를 위한 반도체 제조 장치.

**【청구항 11】**

제7항에 있어서,

상기 히터는 램프 또는 레이저인 것을 특징으로 하는 산화막 제거를 위한 반도체 제조 장치.

**【청구항 12】**

공정 챔버의 하단부에 설치되고 상.하로 이동이 가능한 서스셉터가 상기 공정 챔버의 하단부에 위치한 상태에서 웨이퍼를 탑재하는 단계;

상기 서스셉터 내부에 장착된 냉각 라인을 통해 냉각수 및 가스를 공급함으로써 웨이퍼의 온도를 조정하는 단계;

플라즈마 상태의 수소 가스와 불소를 포함하는 가스를 공정 챔버 내부로 공급하여 상기 웨이퍼 표면의 산화막과 화학적으로 반응시키는 단계;

상기 서스셉터를 공정 챔버 상단부로 이동시키는 단계;



공정 챔버 상단부에 설치된 히터로 상기 서스셉터 상에 탑재된 웨이퍼를 어닐함으로써 산화막 제거시의 부산물을 기화시키는 단계; 및

상기 웨이퍼로부터 기화된 부산물을 배기시키는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장치를 이용한 산화막 제거 방법.

**【청구항 13】**

제12항에 있어서,

웨이퍼로부터 기화된 부산물을 배기시킨 후, 상기 서스셉터를 공정 챔버의 하단부로 이동시키는 단계와, 상기 웨이퍼 표면의 산화막을 제거하는 단계에서 상기 웨이퍼로부터 기화된 부산물을 배기시키는 단계를 1회이상 반복하는 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장치를 이용한 산화막 제거 방법.

**【청구항 14】**

제12항에 있어서,

플라즈마 상태의 수소 가스와 불소를 포함하는 가스를 공정 챔버 내부로 공급하는 공정은 수소 가스와 불소를 포함하는 가스를 소정 비율로 혼합한 혼합 가스를 플라즈마 상태로 만든 후 공정 챔버 내부로 공급하는 공정인 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장치를 이용한 산화막 제거 방법.

**【청구항 15】**

제12항에 있어서,

플라즈마 상태의 수소 가스와 불소를 포함하는 가스를 공정 챔버 내부로 공급하는 공정은 수소 가스는 플라즈마 상태로 공정 챔버로 공급하고 불소를 포함하는 가스는 자연 상태

로 공정 챔버로 공급하는 공정인 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장치를 이용한 산화막 제거 방법.

**【청구항 16】**

제12항에 있어서,

불소를 포함하는 가스는 삼불화질소( $\text{NF}_3$ ), 육불화황( $\text{SF}_6$ ) 및 삼불화염소( $\text{ClF}_3$ ) 등과 같이 불소를 포함하는 가스 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장치를 이용한 산화막 제거 방법.

**【청구항 17】**

제12항에 있어서,

수소 가스에 대한 불소를 포함하는 가스의 혼합비는 0.1 ~ 100Vol% 정도인 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장치를 이용한 산화막 제거 방법.

**【청구항 18】**

제12항에 있어서,

수소 가스와 불소를 포함하는 가스를 소정 비로 혼합한 혼합 가스를 질소( $\text{N}_2$ )와 아르곤( $\text{Ar}$ ) 가스를 함께 플라즈마 상태로 공급하는 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장치를 이용한 산화막 제거 방법.

**【청구항 19】**

제12항에 있어서,

상기 어닐은 램프 또는 레이저를 이용하는 진행하는 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장치를 이용한 산화막 제거 방법.

**【청구항 20】**

제19항에 있어서,

상기 레이저는 네오디뮴(Nd)-야그(YAG) 레이저, 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 레이저 또는 엑시머 레이저인 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장치를 이용한 산화막 제거 방법.

**【청구항 21】**

(a) 실리콘웨이퍼 상에 제1 게이트 산화막을 형성하는 단계;

(b) 상기 제1 게이트 산화막 상에 식각 방지 패턴을 형성하는 단계;

(c) 공정 챔버의 하단부에 설치되고 상.하로 이동이 가능한 서스셉터가 상기 공정 챔버의 하단부에 위치한 상태에서 상기 서스셉터 상에 웨이퍼를 탑재하고, 플라즈마 상태의 수소가스와 불소를 포함하는 가스를 공정 챔버 내부로 공급하여 상기 산화막과 화학적으로 반응시킨 후, 상기 서스셉터를 공정 챔버 상단부로 이동시켜 공정 챔버 상단부에 설치된 히터로 상기 서스셉터 상에 탑재된 웨이퍼를 어닐함으로써 산화막 제거시의 부산물을 기화시키는 공정을 상기 산화막이 완전히 식각될 때 까지 반복하여 진행하는 단계;

(d) 상기 식각 방지 패턴을 제거하는 단계;

(e) 웨이퍼 표면을 화학물로 처리하여 잔존하고 있을지도 모를 유기물 입자를 제거하고, 상기 (c) 단계를 진행하여 (d) 단계 및 화학물 처리단계에서 발생하는 자연산화막을 제거하는 단계; 및

(f) 제2 게이트 산화막을 형성하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 산화막 제거 방법을 이용한 반도체 소자의 이중 게이트 산화막 형성 방법.

**【청구항 22】**

제21항에 있어서,

상기 식각 방지 패턴은 이중의 게이트 산화막이 형성될 부분을 덮는 모양의 포토레지스트 패턴인 것을 특징으로 하는 산화막 제거 방법을 이용한 반도체 소자의 이중 게이트 산화막 형성 방법.

**【청구항 23】**

공정 챔버 하단부에 설치된 회전 플레이트;

회전 플레이트 중앙에 설치되어 상기 회전 플레이트를 회전시키는 회전 모터; 및

상기 회전 모터를 중심으로하여 그 주변의 회전 플레이트에 설치된 로딩/언로딩 및 후처리 모듈, 다운플로우 모듈 및 어닐 모듈을 구비하는 것을 특징으로 하는 산화막 제거를 위한 반도체 장치.

**【청구항 24】**

제23항에 있어서,

상기 다운플로우 모듈은, 웨이퍼를 탑재하기 위해 회전 플레이트에 설치된 서스셉터와, 상기 서스셉터를 덮는 형상으로 그 상부에 설치된 상.하 이동이 가능한 다운플로우용 챔버와, 상기 다운플로우용 챔버 내 상단부에 설치되며 사용 가스를 서스셉터 상에 탑재된 웨이퍼로 공급하는 가스 확산기와, 상기 가스 확산기에 연결된 가스 공급 파이프로 구성된 것을 특징으로 하는 산화막 제거를 위한 반도체 장치.

**【청구항 25】**

제24항에 있어서,

상기 서스셉터가 설치된 회전 플레이트에 다운플로우용 챔버를 밀착하기 위해 상기 다운플로우용 챔버의 단부에 가이드 링을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 산화막 제거를 위한 반도체 장치.

**【청구항 26】**

제24항에 있어서,

상기 가스 확산기에 수소 가스와 불소를 포함하는 가스를 소정의 혼합비로 혼합한 혼합 가스나 수소 가스를 플라즈마 상태로 변형하는 마이크로 웨이브 유도 장치를 구비하는 파이프가 연결되어 있는 것을 특징으로 하는 산화막 제거를 위한 반도체 장치.

**【청구항 27】**

제23항에 있어서,

상기 어닐 모듈은, 웨이퍼를 탑재하는 서스셉터와, 상기 서스셉터를 덮도록 그 상부에 설치된 상·하 이동이 가능한 어닐용 챔버와, 상기 어닐용 챔버 내 상단부에 설치되어 웨이퍼를 어닐하는 히터로 구성된 것을 특징으로 하는 산화막 제거를 위한 반도체 장치.

**【청구항 28】**

제27항에 있어서,

상기 서스셉터가 설치된 회전 플레이트에 어닐 챔버를 밀착하기 위해 상기 어닐 챔버의 단부에 가이드 링을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 산화막 제거를 위한 반도체 장치.

**【청구항 29】**

제23항에 있어서,

회전 플레이트에 상기 다운플로우 모듈과 어닐 모듈이 반복적으로 하나 이상씩 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 산화막 제거를 위한 반도체 장치.

### 【청구항 30】

공정 챔버의 회전 플레이트에 설치된 로딩/ 언로딩 및 후처리 모듈의 서스셉터 상에 웨이퍼를 탑재하는 단계;

회전 플레이트 중앙에 설치된 회전 모터를 구동하여 상기 서스셉터를 다운플로우 모듈의 다운플로우용 챔버 하부로 이동시키는 단계;

상기 다운플로우용 챔버를 하부로 이동시켜 회전 플레이트와 밀착시킴으로써 상기 다운플로우 모듈 내부를 완전히 밀폐시키는 단계;

플라즈마 상태의 수소 가스와 불소를 포함하는 가스를 다운플로우용 챔버 내부로 공급하여 웨이퍼 표면의 산화막과 화학적으로 반응시키는 단계;

다운플로우용 챔버를 상부로 이동시켜 상기 회전 플레이트와 탈착시킨 후, 상기 서스셉터를 어닐 모듈의 어닐용 챔버 하부로 이동시키는 단계;

상기 어닐용 챔버를 하부로 이동시켜 회전 플레이트와 밀착시킴으로써 어닐 모듈 내부를 완전히 밀폐시키는 단계;

어닐용 챔버 내 상단부에 설치된 히터를 이용하여 상기 웨이퍼를 어닐시킴으로써 웨이퍼 표면의 산화막과 공급 가스의 화학적 반응에 의해 형성된 부산물을 기화시키는 단계; 및

상기 웨이퍼로부터 기화된 부산물을 배기시키는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장치를 이용한 산화막 제거 방법.

## 【청구항 31】

제30항에 있어서,

어닐용 챔버를 상부로 이동시켜 상기 회전 플레이트와 탈착시킨 후, 상기 서스셉터를 로딩/ 언로딩 및 후처리 모듈의 로딩/ 언로딩 및 후처리용 챔버 하부로 이동시키는 단계와, 상기 로딩/ 언로딩 및 후처리용 챔버를 하부로 이동시켜 회전 플레이트와 밀착시킴으로써 상기 로딩/ 언로딩 및 후처리용 모듈 내부를 완전히 밀폐시키는 단계와, 상기 웨이퍼를 수소 가스로 후처리하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장치를 이용한 산화막 제거 방법.

## 【청구항 32】

제30항에 있어서,

서스셉터를 다운플로우 모듈의 다운플로우용 챔버 하부로 이동시키는 단계에서 웨이퍼로부터 기화된 부산물을 배기시키는 단계를 1회이상 순차적으로 반복하는 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장치를 이용한 산화막 제거 방법.

## 【청구항 33】

제30항에 있어서,

상기 불소를 포함하는 가스는 삼불화질소( $\text{NF}_3$ ), 육불화황( $\text{SF}_6$ ) 및 삼불화염소( $\text{ClF}_3$ ) 등과 같이 불소를 포함하는 가스 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장치를 이용한 산화막 제거 방법.

## 【청구항 34】

제30항에 있어서,

수소 가스에 대한 불소를 포함하는 가스의 혼합비는 0.1 ~ 100 정도인 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장치를 이용한 산화막 제거 방법.

【청구항 35】

제30항에 있어서,

상기 히터는 램프 또는 레이저인 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장치를 이용한 산화막 제거 방법.

【청구항 36】

- (a) 실리콘웨이퍼 상에 제1 게이트 산화막을 형성하는 단계;
- (b) 상기 제1 게이트 산화막 상에 식각 방지 패턴을 형성하는 단계;
- (c) 식각 방지 패턴을 통해 노출되어 있는 제1 게이트 산화막을 플라즈마 상태의 수소 가스 및 불소를 포함하는 가스와 화학적으로 반응시킨 후, 어닐링을 실시하여 상기 화학적 반응에 의해 생성된 부산물을 기화시키는 공정을 상기 제1 게이트 산화막이 완전히 식각될 때까지 반복하여 진행하는 단계;
- (d) 상기 식각 방지 패턴을 제거하는 단계;
- (e) 웨이퍼 표면을 화학물로 처리하여 잔존하고 있을지도 모를 유기물 입자를 제거하는 단계;
- (f) (d) 단계 및 (e) 단계에서 발생하는 자연산화막을 플라즈마 상태의 수소 가스 및 불소를 포함하는 가스와 화학적으로 반응시킨 후, 어닐링을 실시하여 상기 화학적 반응에 의해 생성된 부산물을 기화시킴으로써 상기 자연산화막을 제거하는 단계; 및



(g) 제2 게이트 산화막을 형성하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 산화막 제거 방법을 이용한 반도체 소자의 이중 게이트 산화막 형성 방법.

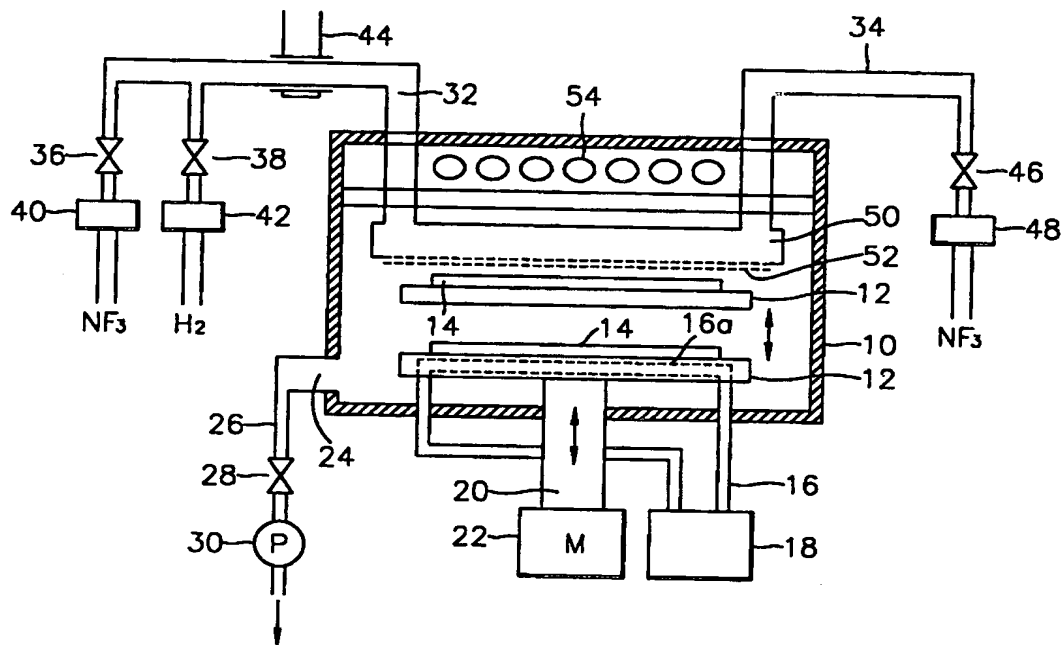
**【청구항 37】**

제36항에 있어서,

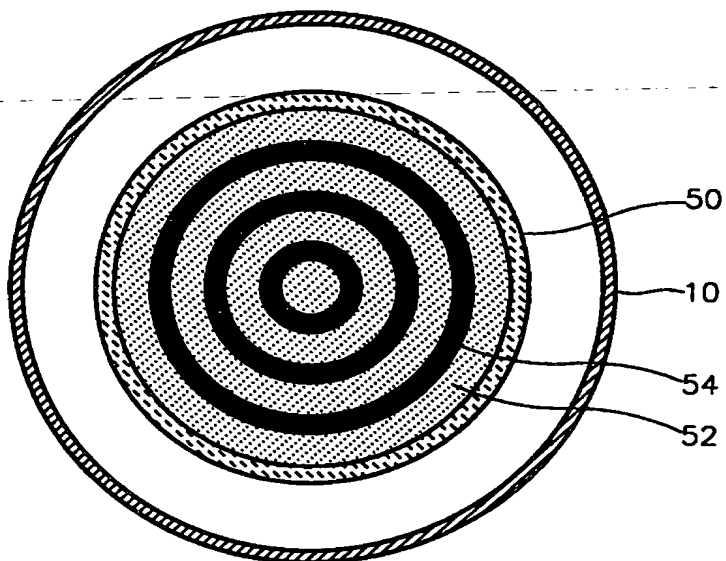
상기 식각 방지 패턴은 이중의 게이트 산화막이 형성될 부분을 덮는 모양의 포토레지스트 패턴인 것을 특징으로 하는 산화막 제거 방법을 이용한 반도체 소자의 이중 게이트 산화막 형성 방법.

【도면】

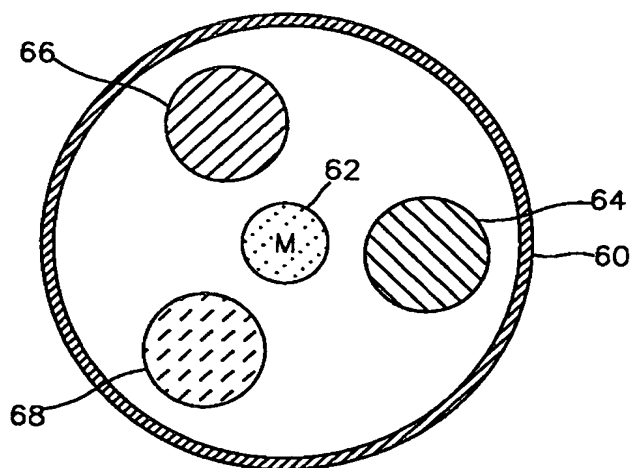
【도 1】



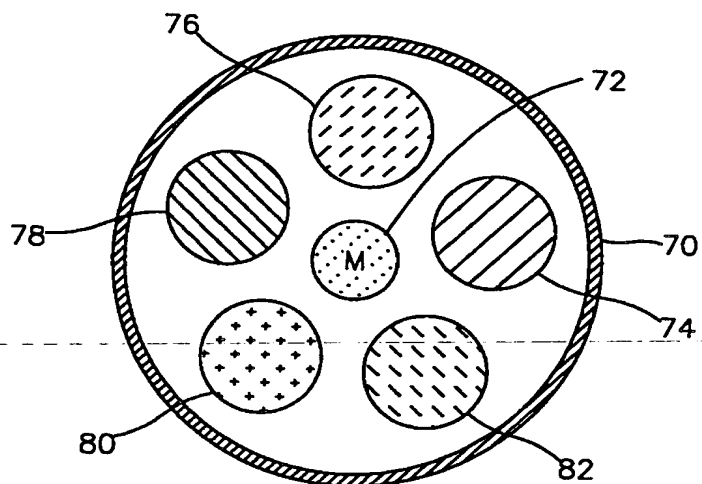
【도 2】



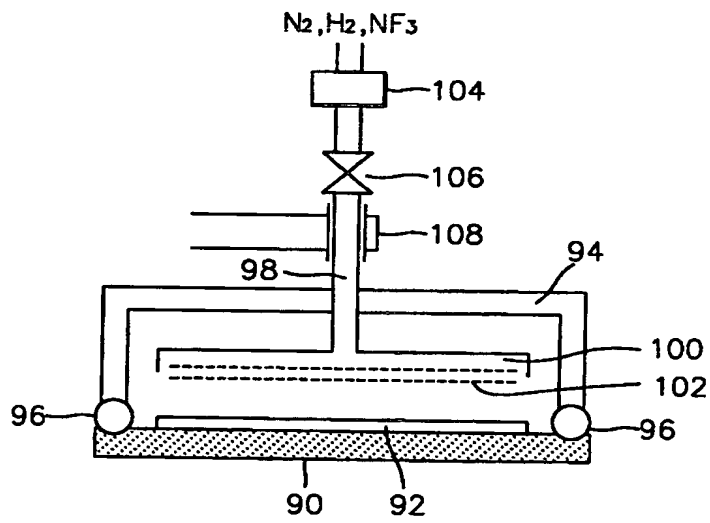
【도 3】



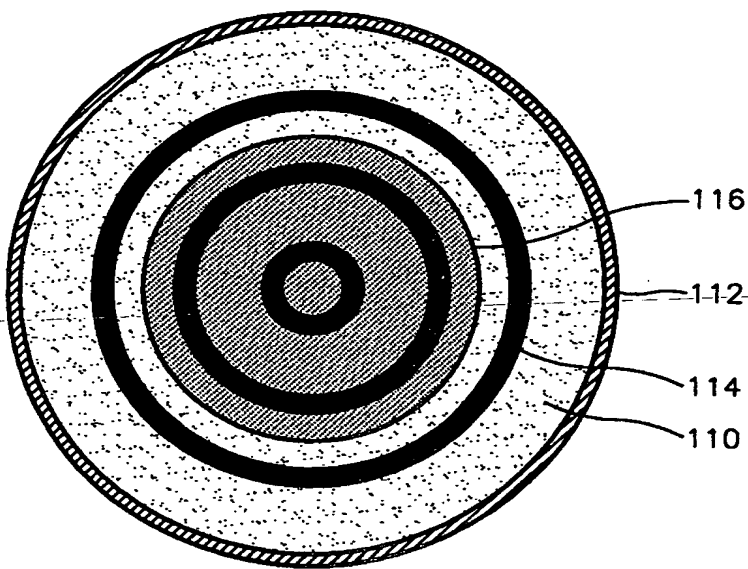
【도 4】



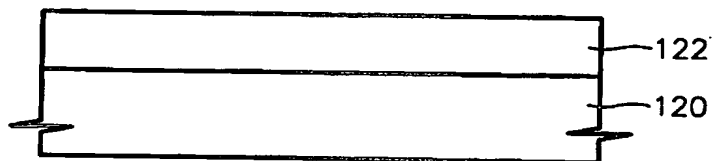
【도 5】



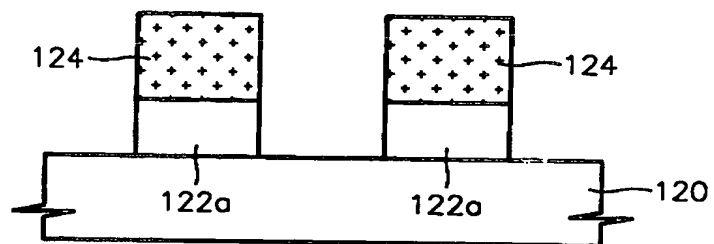
【도 6】



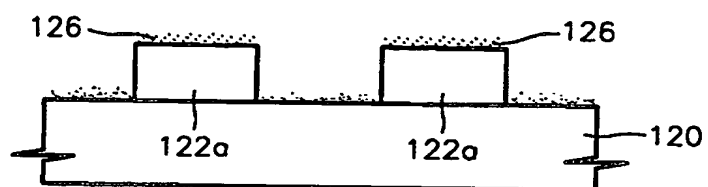
【도 7a】



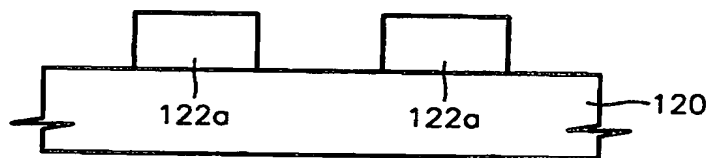
【도 7b】



【도 7c】



【도 7d】



【도 7e】

